

定容燃焼装置内に模擬した多段噴射ディーゼル燃焼における混合気形成・燃焼過程の解析 Analysis of Mixture Formation and Combustion Process in Diesel Combustion with Multiple Injection Simulated in a Constant Volume Vessel

学 ○ 吉田 和希 (京大院) 山田 竜久 (京大院) 正 石山 拓二 (京大) 正 堀部 直人 (京大)
Kazuki YOSHIDA, Tatsuhisa YAMADA, Takuji ISHIYAMA and Naoto HORIBE
Graduate School of Energy Science, Kyoto University, Yoshida-honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501

1 はじめに

ディーゼル機関の排気・性能の改善には多段噴射が有効である。適切な多段噴射の条件を選ぶには、混合気形成と熱発生、環境影響物質の生成との関連を明らかにする必要がある。本研究では、アフター噴射を用いた際の燃焼過程を明らかにするため、定容燃焼装置を用いて噴射間隔、噴射量配分、噴射圧力を変更した際の熱発生率、火炎発達状況の変化を調べた。

2 実験装置および方法

本研究では、希薄予混合気を火花点火・燃焼させて高温高压雰囲気を作成する方式の定容燃焼装置⁽¹⁾を用いた。メイン噴射開始時点での雰囲気圧力 p_i を 4MPa、温度 T_i を 900K、酸素モル分率 r_{O_2} を 21%とした。コモンレール式燃料噴射装置 (DENSO) を用い、燃焼室 (内径 80mm×深さ 30mm) の中心から周方向へ軽油を噴射した。燃料噴射弁はピエゾ駆動式で、噴孔径 d_N を 0.18mm、噴孔数 n_h を 6 とし、標準噴射圧力を $p_{inj}=130\text{MPa}$ とした。総噴射量 m_{tot} を 40mg に固定し、アフター噴射量 m_{Af} 、およびメイン噴射終了からアフター噴射開始までの間隔 t_{int} を変化させた。

本実験では直接撮影により輝炎とアフター噴霧の発達過程を調べた。撮影には高速度デジタルイメージングカメラ (Photron FASTCAM SA1.1) を使用した。また、画像に二値化処理を施し輝炎面積を計測した。

3 実験結果および考察

Fig.1 に噴射量 5mg のアフター噴射を伴う二段噴射を行った際の、輝炎面積と計測領域総面積との比 α 、熱発生率 dQ/dt を、総噴射量が同等の単段噴射の結果とあわせて示す。横軸は、メイン噴射開始時刻を $t = 0\text{ms}$ とした。 dQ/dt の履歴より、単段噴射では初期の予混合的燃焼の後、すぐに拡散的燃焼が続くことが分かる。輝炎面積は噴射間隔が短くなるほど早期に低下することが分かる。 $t_{int} = 0.1\text{ms}$ の条件では輝炎が単段噴射よりも早い時期に消滅する。一方、 $t_{int} = 0.5\text{ms}, 0.7\text{ms}$ の条件では輝炎が単段噴射よりも遅い時期に消滅する。したがって、実機の場合、噴射間隔が長い条件では燃焼後期にまで残りますが残り、酸化されず外気に排出されてしまう可能性がある。

Fig.2 に $t_{int} = 0.1\text{ms}, 0.7\text{ms}$ の条件で二段噴射を行った際の撮影結果と、熱発生率 dQ/dt を示す。撮影結果より、 $t_{int} = 0.1\text{ms}$ の条件では、アフター噴霧はメイン噴霧の輝炎に接近して、メイン噴霧とともに燃焼する。一方、 $t_{int} = 0.7\text{ms}$ の条件では、アフター噴霧とメイン噴霧の輝炎は分離している。また、 $t_{int} = 0.1\text{ms}, 0.7\text{ms}$ とともにアフター噴霧先端部の輝炎が燃焼後期まで残り続ける。これは噴霧先端部の酸素がメイン噴霧の燃焼により消費されたためと考えられる。

4 おわりに

定容燃焼装置を用いてアフター噴射を含む二段噴射による燃焼を行い、燃焼過程を解析した。輝炎面積の結果より、噴射間隔が長い条件では実機におけるすすの排出が増加する可能性がある。撮影結果より、噴射間隔に関わらずアフター噴霧先端部の輝炎が燃焼後期まで残ることが分かった。

参考文献

- (1) 井原ほか, 機論 B, Vol.69, No.685, (2003), pp.2130-2137.
- (2) 石山ほか, 機論 B, Vol.62, No.598, (1996), pp.2521-2527.

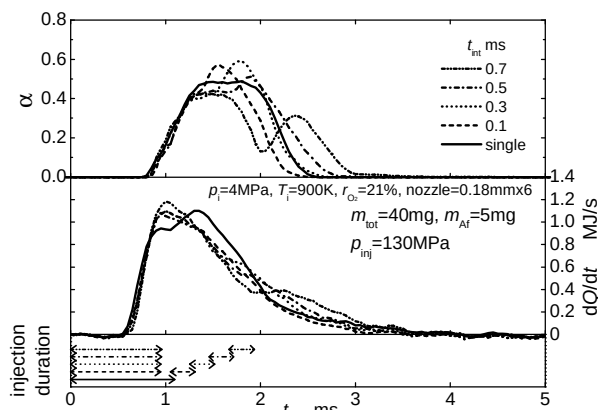


Fig.1 Effect of injection dwell on heat release rate and luminous flame area

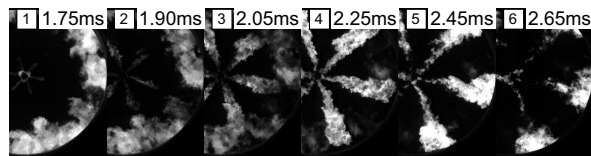
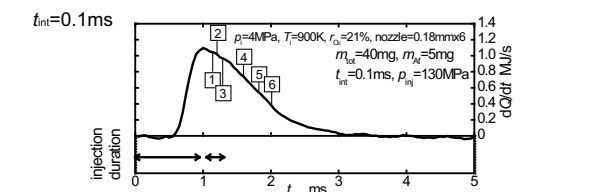
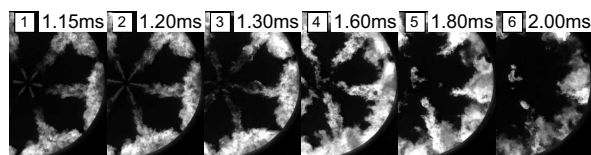


Fig.2 Images of luminous flame and heat release rate